(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 5 月 31 日(31.05.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/070356 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 1/08 (2006.01) *H01G 7/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/074792

(22) 国際出願日: 2011 年 10 月 27 日(27.10.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-262014 2010 年 11 月 25 日(25.11.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 **(NGK INSULATORS, LTD.)** [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 武内　幸久 **(TAKEUCHI Yukihisa)** [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号　日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 小林　伸行 **(KOBAYASHI Nobuyuki)** [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号　日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 杉浦　隆太 **(SUGIURA Ryuta)** [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号　日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 七瀧　努 **(NANATAKI Tsutomu)** [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号　日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 今井　克宏 **(IMAI Katsuhiro)** [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号　日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 下河　夏己 **(SHIMOGAWA Natsumi)** [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号　日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人プロスペック特許事務所 **(PROSPEC PATENT FIRM)**; 〒4530801 愛知県名古屋市中村区太閤三丁目１番１８号　名古屋ＫＳビル１２階 Aichi (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

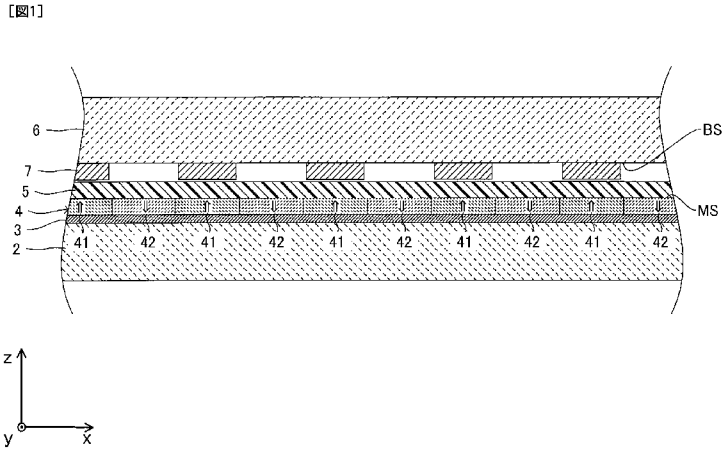
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) **Title**: ELECTROSTATIC INDUCTION TYPE MECHANICAL-ELECTRICAL CONVERSION ELEMENT

(54) 発明の名称 : 静電誘導型機械電気変換素子

[図1]



(57) **Abstract**: Disclosed is an electret which comprises a first region and a second region. The polarization direction of the first region along the thickness direction is in a first direction. The polarization direction of the second region along the thickness direction is in a second direction that is opposite to the first direction. The first region and the second region are provided adjacent to each other in a main surface direction that is parallel to a main surface, which is a surface perpendicular to the thickness direction.

(57) 要約: エレクトレットは、第一の領域と第二の領域とを有している。第一の領域は、厚さ方向に沿った分極方向が第一の方向となる領域である。第二の領域は、厚さ方向に沿った分極方向が第一の方向と反対の第二の方向となる領域である。第一の領域と第二の領域とは、厚さ方向と直交する表面である主面と平行な方向である主面方向に沿って、互いに隣接するように設けられている。

WO 2012/070356 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 静電誘導型機械電気変換素子

技術分野

[0001] 本発明は、静電誘導型機械電気変換素子に関する。

背景技術

[0002] この種の装置として、エレクトレット（合成樹脂等の絶縁材料に電荷を注入したもの）を用いたものが知られている（例えば、特開昭５８－６１１８号公報、特開２００１－１７７８９９号公報、特開２００６－１８０４５０号公報、特開２００７－２９８２９７号公報、特開２０１０－１３６５９８号公報、等参照。）。かかる装置における性能を向上させるためには、エレクトレットにおける電荷密度を増加させることが必要である。

[0003] この点、特開昭５８－６１１８号公報、特開２００１－１７７８９９号公報、特開２００６－１８０４５０号公報及び特開２０１０－１３６５９８号公報に開示されている、高分子エレクトレット（高分子材料の表面近傍に電荷を注入したもの）を用いた構成においては、電荷密度の増加に関して限界がある。また、かかる構成においては、耐熱性が低いという問題や、電荷密度の経時劣化が大きいという問題がある。

[0004] 一方、特開２００７－２９８２９７号公報に開示されている、強誘電体エレクトレット（強誘電体膜を分極処理したもの）を用いた構成においては、高分子エレクトレットを用いた構成と比べて、より高い電荷密度及び耐熱性が得られる。しかしながら、かかる構成においても、強誘電体エレクトレットにて時間経過とともに脱分極が発生するために、分極状態を長期間安定的に保持することが困難である。

発明の概要

[0005] 本発明は、かかる課題を解決するためになされたものである。すなわち、本発明は、エレクトレットを用いた静電誘導型機械電気変換素子において、より優れた耐久性を備えたものを提供することにある。

[0006] ＜構成＞

本発明の静電誘導型機械電気変換素子は、強誘電体（例えばチタン酸ジルコン酸鉛やニオブ酸リチウム）膜からなるエレクトレットを備えている。具体的には、例えば、本発明の静電誘導型機械電気変換素子は、前記エレクトレットと、対向基板と、第一領域対向電極と、を備えている。前記対向基板は、前記エレクトレットにおける主面と対向するように配置されていて、前記エレクトレットと相対移動可能に設けられている。具体的には、例えば、前記対向基板は、前記エレクトレットに対して、前記主面方向に沿って相対移動可能に設けられている。

[0007] ここで、前記エレクトレットにおける「主面」とは、強誘電体からなる膜である前記エレクトレットの厚さ方向（当該膜の厚さを規定する方向）と直交する表面である。なお、前記エレクトレットの「主面」と平行な方向を、以下「主面方向」と称する。また、「膜」は、「薄膜」あるいは「薄板」とも称され得る。

[0008] 前記第一領域対向電極は、導電性膜であって、前記対向基板における前記主面と対向する面にて、前記第一の領域に対応して設けられている。なお、前記対向基板における前記主面と対向する面にて、前記第二の領域に対応するように、第二領域対向電極が設けられていてもよい。かかる第二領域対向電極は、導電性膜であって、前記第一領域対向電極とは異なる位置にて、当該第一領域対向電極と導通しないように設けられている。

[0009] 本発明の特徴は、当該静電誘導型機械電気変換素子が、さらに以下の構成を備えたことにある。

[0010] 本発明においては、前記エレクトレットは、第一の領域と第二の領域とを有している。前記第一の領域は、前記厚さ方向に沿った分極方向が第一の方向となる領域である。前記第二の領域は、前記厚さ方向に沿った前記分極方向が前記第一の方向と反対の第二の方向となる領域である。具体的には、前記分極方向と前記厚さ方向とのなす角度は、－４５～＋４５度である。典型的には、前記第一の領域は、前記厚さ方向と平行な前記第一の方向に分極さ

れていて、前記第二の領域は、前記第一の方向と反対の第二の方向に分極されている。

[0011] そして、前記エレクトレットは、前記第一の領域と前記第二の領域とが前記主面方向に沿って互いに隣接するように構成されている。すなわち、本発明の前記エレクトレットにおいては、前記主面方向に沿って前記分極方向が周期的に反転するように、複数の前記第一の領域及び複数の前記第二の領域が設けられている。具体的には、例えば、前記分極方向の反転周期が３～２００μｍとなるように、複数の前記第一の領域及び複数の前記第二の領域が設けられ得る。

[0012] 本発明の静電誘導型機械電気変換素子は、前記第一領域対向電極と対向する側の、前記エレクトレットにおける前記主面と密着するように、当該主面上に形成された高分子膜である、コーティング層をさらに備えていてもよい。前記コーティング層は、例えば、前記エレクトレットにおける前記主面側に設けられた第一コーティング層と、前記第一コーティング層よりも弾性変形しやすい第二コーティング層と、を備えていてもよい。

[0013] この場合、前記第二コーティング層は、前記第一領域対向電極側に設けられていて、前記第一コーティング層と密着するように当該第一コーティング層上に形成されている。具体的には、例えば、前記第二コーティング層は、ヤング率が０．０１～５ＧＰａである。あるいは、前記第一コーティング層は緻密な構造を有していて、前記第二コーティング層は空隙を有している。この場合、前記第二コーティング層の空隙率は、１０～９０％であることが好適である。

[0014] 本発明の静電誘導型機械電気変換素子は、第一領域対向電極を覆うように、前記対向基板側に設けられた高分子膜である、コーティング層をさらに備えていてもよい。

[0015] ＜作用・効果＞

上述のように、特開２００７－２９８２９７号公報に開示されている強誘電体エレクトレットにおいては、分極処理が単純に一様に行われており、一

対の前記主面における同一側に、同極性の電荷が集中する。このため、かかる構成においては、電荷同士の反発によって分極構造が不安定になり、脱分極が発生する。

[0016] これに対し、本発明の静電誘導型機械電気変換素子における前記エレクトレットにおいては、隣り合う領域毎に正負の電荷が互い違いになるため、分極状態を長期間安定的に保持することが可能になる。よって、本発明によれば、エレクトレットを用いた静電誘導型機械電気変換素子において、より優れた耐久性を備えたものを提供することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の静電誘導型機械電気変換素子の一実施形態の概略構成を示す断面図である。

[図2]本発明の静電誘導型機械電気変換素子の他の実施形態（変形例）における要部拡大図である。

[図3]本発明の静電誘導型機械電気変換素子のさらに他の実施形態（変形例）の概略構成を示す断面図である。

[図4]本発明の静電誘導型機械電気変換素子のさらに他の実施形態（変形例）の概略構成を示す断面図である。

[図5]本発明の静電誘導型機械電気変換素子のさらに他の実施形態（変形例）の概略構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の好適な実施形態を、実施例及び比較例を用いつつ説明する。なお、以下の実施形態に関する記載は、法令で要求されている明細書の記載要件（記述要件・実施可能要件）を満たすために、本発明の具体化の単なる一例を、可能な範囲で具体的に記述しているものにすぎない。

[0019] よって、後述するように、本発明が、以下に説明する実施形態や実施例の具体的構成に何ら限定されるものではないことは、全く当然である。本実施形態や実施例に対して施され得る各種の変更の例示（変形例：modification）は、当該実施形態の説明中に挿入されると、一貫した実施形態の説明の理

解が妨げられるので、主として末尾にまとめて記載されている。

[0020] ＜構成＞

図１は、本発明の静電誘導型機械電気変換素子の一実施形態の概略構成を示す断面図である。図１を参照すると、本実施形態の静電誘導型機械電気変換素子１は、エレクトレット支持基板２と、背面電極３と、エレクトレット４と、コーティング層５と、対向基板６と、第一領域対向電極７と、を備えている。

[0021] 背面電極３は、一様な導電性膜であって、エレクトレット支持基板２の一表面（図中上側の表面）上に形成されている。エレクトレット４は、強誘電体（例えばチタン酸ジルコン酸鉛やニオブ酸リチウム）膜であって、背面電極３と接合されている。すなわち、エレクトレット支持基板２と背面電極３とエレクトレット４とは、エレクトレット４の主面ＭＳと直交する厚さ方向（図中ｚ軸方向）にこの順に積層されているとともに、互いに密着するように設けられている。そして、エレクトレット４は、背面電極３を介して、エレクトレット支持基板２の上述の一表面上に支持されている。

[0022] エレクトレット４は、第一の領域４１と、第二の領域４２と、を有している。第一の領域４１と第二の領域４２とは、分極方向の厚さ方向における成分が、互いに逆となるように分極されている。具体的には、本実施形態においては、第一の領域４１は、厚さ方向と平行な一方向（図中ｚ軸正方向）に分極されている。一方、第二の領域４２は、厚さ方向と平行な他の一方向（図中ｚ軸負方向）に分極されている。すなわち、第一の領域４１及び第二の領域４２は、分極方向が所定の周期（具体的には３～２００μｍ）で周期的に反転するように設けられている。

[0023] 本実施形態においては、第一の領域４１及び第二の領域４２は、主面ＭＳと平行な一方向（図中ｘ軸方向：以下これを「主面方向」と称する。）に互い違いに配列されている。また、第一の領域４１及び第二の領域４２は、それぞれ、主面ＭＳと平行であって上述の主面方向と直交する方向（図中ｙ軸方向：以下これを「副主面方向」と称する。）に長手方向を有するように設

けられている。

[0024] コーティング層５は、高分子膜であって、エレクトレット４の主面ＭＳに密着するように、当該主面ＭＳ上に形成されている。本実施形態においては、コーティング層５は、ヤング率が０．０１～５ＧＰａとなるように形成されている。

[0025] 対向基板６は、コーティング層５を挟んでエレクトレット４の主面ＭＳと対向するように配置されている。本実施形態においては、この対向基板６は、エレクトレット支持基板２と背面電極３とエレクトレット４とコーティング層５とを厚さ方向にこの順に積層したもの（以下、単に「エレクトレット積層体」と称する。）に対して、上述の主面方向（図中ｘ軸正方向及び負方向）に相対移動可能に設けられている。

[0026] 第一領域対向電極７は、複数の線状電極の長手方向における一端を互いに結合した平面形状を有する、櫛状の電極パターンであって、対向基板６における上述のエレクトレット積層体と対向する表面ＢＳ上に形成されている。これら複数の線状電極のそれぞれは、上述の副主面方向に長手方向を有していて、第一の領域４１に対応する位置（コーティング層５を挟んで第一の領域４１と対向する位置）にのみ設けられている。すなわち、複数の第一領域対向電極７は、エレクトレット４の主面方向（図中ｘ軸方向）に沿った分極反転の周期、すなわち、当該主面方向に沿った第一の領域４１及び第二の領域４２の配列周期と一致した周期で、当該主面方向に沿って配列されている。

[0027] 上述のように、本実施形態における静電誘導型機械電気変換素子１は、エレクトレット４と対向基板６との主面方向の相対移動に伴って第一領域対向電極７に誘起される電荷の変動によって、当該相対移動の機械的エネルギーを電気エネルギーに変換するように構成されている。

[0028] ＜製造方法の具体例＞

以下、本実施形態の静電誘導型機械電気変換素子１の製造方法の具体例について、詳細に説明する。

[0029] Y_2O_3で安定化されたZrO_2からなる平板状のエレクトレット支持基板上に一様なプラチナ電極膜をスクリーン印刷法により形成し、１３００℃・２時間の熱処理によりエレクトレット支持基板とプラチナ電極膜とを一体化させた。次に、上述のプラチナ電極膜の上に、チタン酸ジルコン酸鉛粉末、分散媒、可塑剤、及び分散剤を混合してペースト状としたものを、スクリーン印刷法により、乾燥後の膜厚が７５μｍとなるように製膜した。

[0030] このようにして、エレクトレット支持基板上にチタン酸ジルコン酸鉛粉末ペーストを製膜（スクリーン印刷）したものを、１２５０℃、５時間熱処理（焼成）することで、厚さ５０μｍの焼結膜とした。この熱処理に際しては、雰囲気中にチタン酸ジルコン酸鉛粉末を共存させた。

[0031] 上述の熱処理によってエレクトレット支持基板上に固着されたチタン酸ジルコン酸鉛膜上に、タンタルからなる分極処理用一様電極膜（厚さ１０００オングストローム）を形成した。電極形成後の基板を絶縁オイル（１５０℃）に浸漬し、約３ｋＶ／ｍｍ（抗電界）の電界強度で分極処理を行った。分極処理後の一様電極を酸処理によって除去した後、櫛形電極膜（厚さ１０００オングストローム、電極周期１４μｍ（主面方向の幅７μｍ、主面方向の電極間隔７μｍ））をパターニングした。パターニング後のものを絶縁オイル（１５０℃）に浸漬し、約３ｋＶ／ｍｍ（抗電界）の電界強度で、約１ｍｓｅｃ幅の矩形パルスの電圧を印加することで、分極処理を行った。パルスの印加回数は、櫛形電極パターンの面積に依存するが、例えば２０mm^2のとき、２００００パルスが好適であった。

[0032] 分極処理後、分極処理用櫛形電極を酸処理によって除去した。その後、ヤング率０．０５Ｇｐａ、厚さ５０μｍのポリイミドフィルムを、チタン酸ジルコン酸鉛膜（分極処理用櫛形電極を酸処理によって除去した面）上に積層することで、上述の積層体を得た。得られた積層体を４００℃まで加熱することで、表面電荷を取り除く除電処理を行った。

[0033] ポリイミドフィルムからなる対向基板上に、櫛形対向電極（主面方向の幅６μｍ、主面方向の電極間隔８μｍ）を、スパッタリング法にて形成した。

得られた対向電極付き対向基板を、電極部分がチタン酸ジルコン酸鉛膜におけるｚ軸正方向（図１参照）に分極した領域と重なるように、上述の積層体と組み合わせることで、静電誘導型機械電気変換素子を得た。

[0034] ＜実施形態の構成による作用・効果＞

かかる構成を有する、本実施形態の静電誘導型機械電気変換素子１においては、エレクトレット４と対向基板６との主面方向（図中ｘ軸正方向及び負方向）の相対移動（往復移動）に伴って第一領域対向電極７に誘起される電荷の変動によって、当該相対移動の機械的エネルギーが電気エネルギーに変換される（特開２０１０－１３６５９８号公報等参照）。

[0035] この点、本実施形態の静電誘導型機械電気変換素子１においては、分極方向が反転した第一の領域４１及び第二の領域４２が、主面方向に沿って互い違いに配列されている。このため、主面ＭＳにおいて、隣り合う領域毎に正負の電荷が互い違いになる。これにより、エレクトレット４の分極状態を長期間安定的に保持することが可能になる。したがって、本実施形態の構成によれば、より優れた耐久性を実現することが可能になる。

[0036] かかる観点からすれば、第一の領域４１及び第二の領域４２の配列周期が大きすぎると、第一の領域４１又は第二の領域４２の主面方向（図中ｘ軸方向）におけるサイズが大きくなりすぎるため、分極構造の安定化の効果が小さくなる。一方、第一の領域４１及び第二の領域４２の配列周期が小さすぎる構成は、安定的に（工業的に）作成することが困難である。よって、分極方向の反転周期、すなわち、第一の領域４１及び第二の領域４２の配列周期は、３～２００μｍであることが好適である。

[0037] また、本実施形態の静電誘導型機械電気変換素子１においては、エレクトレット４の主面ＭＳと第一領域対向電極７との間には、除電されたコーティング層５が設けられている。これにより、主面ＭＳ上への異物の付着が、可及的に抑制される。

[0038] また、このコーティング層５のヤング率が比較的低いため、コーティング層５と第一領域対向電極７とを密着させた場合であっても、エレクトレット

４と対向基板６との主面方向（図中ｘ軸正方向及び負方向）の相対移動が良好に行われる。よって、コーティング層５と第一領域対向電極７とを密着させることで、エレクトレット４の主面ＭＳと第一領域対向電極７との間のギャップの管理が、良好に行われる。したがって、かかる構成によれば、安定した発電動作（機械電気変換動作）が行われ得る。

[0039] かかる観点からすれば、コーティング層５のヤング率が高すぎると、コーティング層５と第一領域対向電極７とを密着させた場合に、コーティング層５のせん断変形が生じにくくなるため、エレクトレット４と対向基板６との主面方向（図中ｘ軸正方向及び負方向）の相対移動が妨げられる。一方、コーティング層５のヤング率が低すぎると、コーティング層５が柔らかすぎて、エレクトレット４の主面ＭＳと第一領域対向電極７との間のギャップの管理が良好に行われなくなる。よって、コーティング層５のヤング率は、０．０１～５ＧＰａであることが好適である。

[0040] ＜変形例の例示列挙＞

なお、上述の実施形態や具体例は、上述した通り、出願人が取り敢えず本願の出願時点において最良であると考えた本発明の具現化の一例を単に示したものにすぎないのであって、本発明はもとより上述の実施形態や具体例によって何ら限定されるべきものではない。よって、上述の実施形態や具体例に対して、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、種々の変形が施され得ることは、当然である。

[0041] 以下、変形例について幾つか例示する。以下の変形例の説明において、上述の実施形態における各構成要素と同様の構成・機能を有する構成要素については、本変形例においても同一の名称及び同一の符号が付されているものとする。そして、当該構成要素の説明については、上述の実施形態における説明が、矛盾しない範囲で適宜援用され得るものとする。

[0042] もっとも、変形例とて、下記のものに限定されるものではないことは、いうまでもない。本発明を、上述の実施形態や下記変形例の記載に基づいて限定解釈することは、（特に先願主義の下で出願を急ぐ）出願人の利益を不当

に害する反面、模倣者を不当に利するものであって、許されない。

[0043] また、上述の実施形態の構成、及び下記の各変形例に記載された構成の全部又は一部が、技術的に矛盾しない範囲において、適宜複合して適用され得ることも、いうまでもない。

[0044] 本発明は、上述の具体的な構成や材質に何ら限定されない。すなわち、例えば、本発明は、上述の実施形態のような発電素子（環境振動で発電する機械電気変換素子）に限定されず、マイクロフォンや各種センサ等にも用いられ得る（この場合、電極等の形状や配置等が適宜変更される。）。また、振動（相対移動）方向も、厚さ方向であってもよい。さらに、本発明のエレクトレットは、チタン酸ジルコン酸鉛（ＰＺＴ）に限定されず、ニオブ酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、タングステン酸ビスマス、ビスマスランタンチタン酸化物、等のキュリー温度を有する強誘電体であればよい。

[0045] 図１を参照すると、第一の領域４１及び第二の領域４２は、主面方向（図中ｘ軸方向）における幅が同じであってもよいし、異なっていてもよい。また、第一の領域４１及び第二の領域４２は、上述の実施形態のような、平面視にていわゆる「ストライプ状」でなくてもよい。具体的には、例えば、平面視にていわゆる「市松模様」であってもよい。具体的には、平面視にて略矩形状（典型的には略正方形状）の第一の領域４１及び第二の領域４２が、互い違いに二次元的に配置されていてもよい。

[0046] 分極方向も、厚さ方向と平行でなくてもよい。すなわち、第一の領域４１における分極方向とｚ軸正方向とのなす角度α［°］が－４５≦α≦＋４５であって、第二の領域４２における分極方向とｚ軸負方向とのなす角度βが［°］が－４５≦β≦＋４５であればよい（このときαの絶対値とβの絶対値とは同じであってもよいし異なっていてもよい）。

[0047] コーティング層５としては、ポリイミドの他に、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、ポリスルホン、ポリアセタール、ポリフェニレンオキシド、ポリエーテルエーテルケトン、ＰＴ

ＦＥ、ＣＹＴＯＰ（登録商標）、テフロン（登録商標）、等の有機材料を用いることが可能である。また、低誘電率なガラス、酸化アルミ、酸化ジルコニウム、酸化チタン、シリカアルミナ等の無機材料を用いることも可能である。

[0048] 本発明は、上述の具体的な製造方法に何ら限定されない。すなわち、例えば、エレクトレット４として、上述の実施形態のような、シート成型体を焼成したもの（セラミックス膜）に代えて、単結晶ウエハ、ＡＤ法で製膜した膜、を用いることが可能である。

[0049] この場合、具体的には、チタン酸ジルコン酸鉛単結晶からなる、厚さ５００μｍの（００１）カット基板を用意し、その（００１）面にタンタルからなる櫛形電極膜（厚さ１０００オングストローム、電極周期７μｍ（主面方向の幅３．５μｍ、主面方向の電極間隔３．５μｍ））をパターニングする一方、（００-1）面（反対面）にはタンタルからなる一様電極膜（厚さ１０００オングストローム）を形成する。その後、上述の具体例と同様に分極処理等を行う。なお、この場合、図１におけるエレクトレット支持基板２は、省略され得る。

[0050] ＡＤ法で製膜した膜を用いる場合、具体的には、粒径１μｍ程度のチタン酸ジルコン酸鉛を高速で基板に噴射して成形される、厚さ２０μｍのＡＤ膜を用意し、上述の具体例と同様に分極処理等を行う。ＡＤ膜は、結晶性を向上する目的で、熱処理を行ったものでも良い。ＡＤ法で製膜した膜はスクリーン印刷で製膜した膜などに比べ、緻密かつ一次粒子径が小さいため、絶縁性を高くすることができ、耐久性を高めることが可能である。

[0051] 分極処理用櫛型電極も、例えばスクリーン印刷などによりパターン形成したリン片状黒鉛粉末を用いることが可能である。リン片形状の黒鉛を強誘電体膜上に、寝た状態で形成することで、接触抵抗を低くしつつも、付着強度を低くできるため、分極処理の後に吹き飛ばすなどにより簡単に除去することができる。

[0052] コーティング層５の形成方法も、上述の実施形態のようなフィルム接着の

他、スクリーン印刷法、バーコート法、スピンコート法、ゾルゲル法、スパッタリング法、ＣＶＤ法、溶射法、ディンピング法、エアガン塗装等を用いることが可能である。

[0053] 上述の具体例では、除電処理を、キュリー点付近の脱分極温度まで熱処理することで行っているが、分極状態を完全に無くす（脱分極させる）よりは、ある程度分極が残った状態で留めておく方が、降温後の分極状態の回復が大きくなる点で好ましい。

[0054] 上述の具体例では、除電処理を、キュリー点付近の脱分極温度まで熱処理することで行っているが、本発明はこれに限定されない。具体的には、例えば、除電処理は、酸によるエッチング処理等によって行われてもよい。また、イオンシャワーの照射等によって行われてもよい。

[0055] 図２は、本発明の静電誘導型機械電気変換素子の他の実施形態（変形例）における要部拡大図である。図２を参照すると、本実施形態においては、コーティング層５は、第一コーティング層５１と第二コーティング層５２とを有している。第一コーティング層５１は、主面ＭＳ側に設けられている。第二コーティング層５２は、第一コーティング層５１と密着するように当該第一コーティング層５１上に形成されている。

[0056] 第一コーティング層５１は、エレクトレット４の主面ＭＳを保護するために、緻密な構造を有している。一方、第二コーティング層５２は、空隙率が１０～９０％となるように多数の空隙Ｖを有することで、ヤング率が０．０１～５ＧＰａとなるように形成されている。第一コーティング層５１及び第二コーティング層５２の形成方法も、上述の実施形態のようなフィルム接着の他、スクリーン印刷法、バーコート法、スピンコート法、ゾルゲル法、スパッタリング法、ＣＶＤ法、溶射法、ディンピング法、エアガン塗装等を用いることが可能である。

[0057] なお、第二コーティング層５２の空隙率が低すぎると、コーティング層５のヤング率が高くなりすぎるため、コーティング層５と第一領域対向電極７とを密着させた場合に、コーティング層５のせん断変形が生じにくくなり、

エレクトレット４と対向基板６との主面方向の相対移動が妨げられる。一方、コーティング層５の空隙率が高すぎると、コーティング層５が低ヤング率となりすぎる（柔らかくなりすぎる）ため、エレクトレット４の主面ＭＳと第一領域対向電極７との間のギャップの管理が良好に行われなくなる。よって、第二コーティング層５２の空隙率は、１０～９０％であることが好適である。

[0058] 図３は、本発明の静電誘導型機械電気変換素子のさらに他の実施形態（変形例）の概略構成を示す断面図である。図３を参照すると、対向基板６には、第一の領域４１と対向する第一領域対向電極７の他に、第二の領域４２と対向する第二領域対向電極８が設けられていてもよい。かかる構成によれば、第一の領域４１のみならず第二の領域４２も機械電気エネルギー変換に寄与することになるため、エネルギー変換効率をよりいっそう向上させることが可能になる。

[0059] 図４は、本発明の静電誘導型機械電気変換素子のさらに他の実施形態（変形例）の概略構成を示す断面図である。図４を参照すると、コーティング層５は、対向基板６側に設けられていてもよい。具体的には、コーティング層５は、対向基板６の表面ＢＳ上にて、対向電極（第一領域対向電極７及び第二領域対向電極８）を覆うように設けられていてもよい。

[0060] この場合、コーティング層５は、図４に示されているように、対向電極を覆うとともに隣り合う対向電極間の隙間を埋めるように対向基板６の表面ＢＳ上に形成された第一コーティング層５１と、この第一コーティング層５１上に設けられた第二コーティング層５２と、を備えた積層構造を有していてもよいし、図１に示されているような一層構造を有していてもよい。また、この場合、対向電極は、第一領域対向電極７のみであってもよい。

[0061] 図５は、本発明の静電誘導型機械電気変換素子のさらに他の実施形態（変形例）の概略構成を示す断面図である。図５を参照すると、コーティング層５は、エレクトレット４側と対向基板６側との双方に設けられていてもよい。すなわち、この場合のコーティング層５は、エレクトレット側コーティン

グ層５ａと、対向電極側コーティング層５ｂと、を備えている。エレクトレット側コーティング層５ａは、エレクトレット４の主面ＭＳに密着するように、当該主面ＭＳ上に形成されている。対向電極側コーティング層５ｂは、対向基板６の表面ＢＳ上にて、対向電極（第一領域対向電極７及び第二領域対向電極８）を覆うように設けられている。但し、この場合、エレクトレット側コーティング層５ａと、対向電極側コーティング層５ｂとは、同一の材質からなることが好ましい。あるいは、エレクトレット側コーティング層５ａを構成する材質と、対向電極側コーティング層５ｂを構成する材質とは、摩擦帯電列上にて近接するように選択され得る。

[0062] なお、この場合も同様に、エレクトレット側コーティング層５ａ及び／又は対向電極側コーティング層５ｂは、上述のような積層構造（エレクトレット４あるいは対向基板６に密着するように設けられた第一コーティング層５１とその上に形成された第二コーティング層５２とを備えた構造）を有していてもよい。また、対向電極は、第一領域対向電極７のみであってもよい。

[0063] その他、特段に言及されていない変形例についても、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、本発明の技術的範囲に含まれることは当然である。

[0064] また、本発明の課題を解決するための手段を構成する各要素における、作用・機能的に表現されている要素は、上述の実施形態や変形例にて開示されている具体的構造の他、当該作用・機能を実現可能ないかなる構造をも含む。さらに、本明細書にて引用した先行出願や各公報の内容（明細書及び図面を含む）は、本明細書の一部を構成するものとして適宜援用され得る。

請求の範囲

[請求項1] 強誘電体膜からなるエレクトレットを備えた、静電誘導型機械電気変換素子であって、

前記エレクトレットは、

厚さ方向に沿った分極方向が第一の方向である第一の領域と、前記厚さ方向に沿った前記分極方向が前記第一の方向と反対の第二の方向である第二の領域と、が、前記厚さ方向と直交する表面である主面と平行な方向である主面方向に沿って、互いに隣接するように構成されたことを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

[請求項2] 請求項１に記載の、静電誘導型機械電気変換素子であって、

前記分極方向と前記厚さ方向とのなす角度が、－４５～４５度であることを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

[請求項3] 請求項１又は請求項２に記載の、静電誘導型機械電気変換素子であって、

前記主面方向に沿って、前記分極方向が周期的に反転するように、複数の前記第一の領域及び複数の前記第二の領域が設けられていることを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

[請求項4] 請求項３に記載の、静電誘導型機械電気変換素子であって、

前記分極方向の反転構造が、３～２００μｍ周期のストライプ状であることを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

[請求項5] 請求項１～請求項４のうちのいずれか１項に記載の、静電誘導型機械電気変換素子において、

前記エレクトレットにおける前記主面と対向するように配置されていて、前記エレクトレットと相対移動可能に設けられた、対向基板と

、

前記対向基板における前記主面と対向する面にて、前記第一の領域に対応して設けられた導電性膜である、第一領域対向電極と、

をさらに備えたことを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

[請求項6] 請求項５に記載の、静電誘導型機械電気変換素子であって、

前記対向基板は、前記エレクトレットに対して、前記主面方向に沿って相対移動可能に設けられたことを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

[請求項7] 請求項５又は請求項６に記載の、静電誘導型機械電気変換素子において、

前記第一領域対向電極と対向する側の、前記エレクトレットにおける前記主面と密着するように、当該主面上に形成された高分子膜である、コーティング層

をさらに備えたことを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

[請求項8] 請求項７に記載の、静電誘導型機械電気変換素子であって、

前記コーティング層は、

前記エレクトレットにおける前記主面側に設けられた、第一コーティング層と、

前記第一コーティング層と密着するように当該第一コーティング層上に形成されていて、前記第一領域対向電極側に設けられた、前記第一コーティング層よりも弾性変形しやすい第二コーティング層と、

を備えたことを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

[請求項9] 請求項８に記載の、静電誘導型機械電気変換素子であって、

前記第一コーティング層は、緻密な構造を有し、

前記第二コーティング層は、空隙を有することを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

［請求項10］ 請求項８又は請求項９に記載の、静電誘導型機械電気変換素子であって、

前記第二コーティング層は、ヤング率が０．０１～５ＧＰａであることを特徴とする、

静電誘導型機械電気変換素子。

［請求項11］ 請求項５又は請求項６に記載の、静電誘導型機械電気変換素子において、

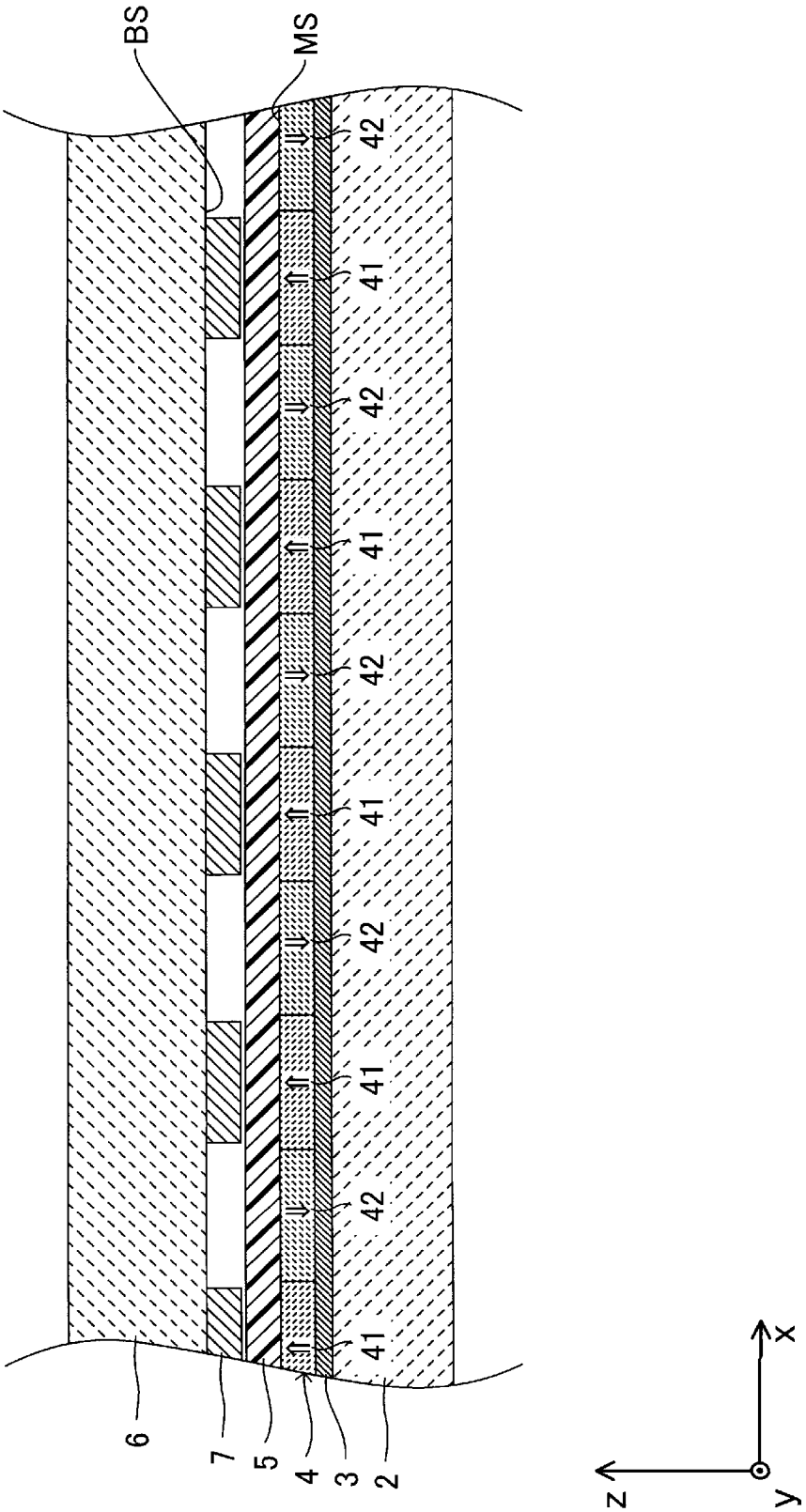
第一領域対向電極を覆うように、前記対向基板側に設けられた高分子膜である、コーティング層

をさらに備えたことを特徴とする、

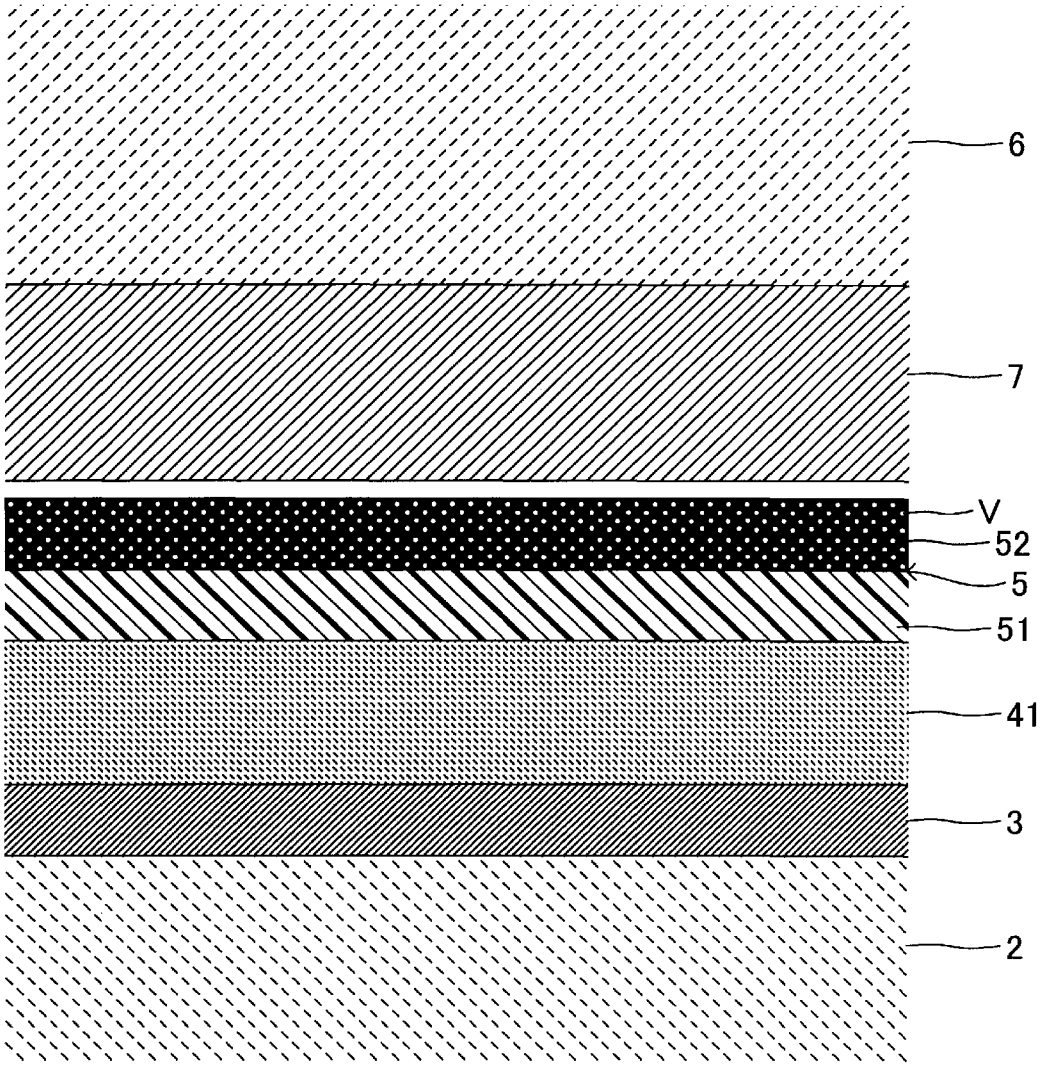
静電誘導型機械電気変換素子。

[図1]

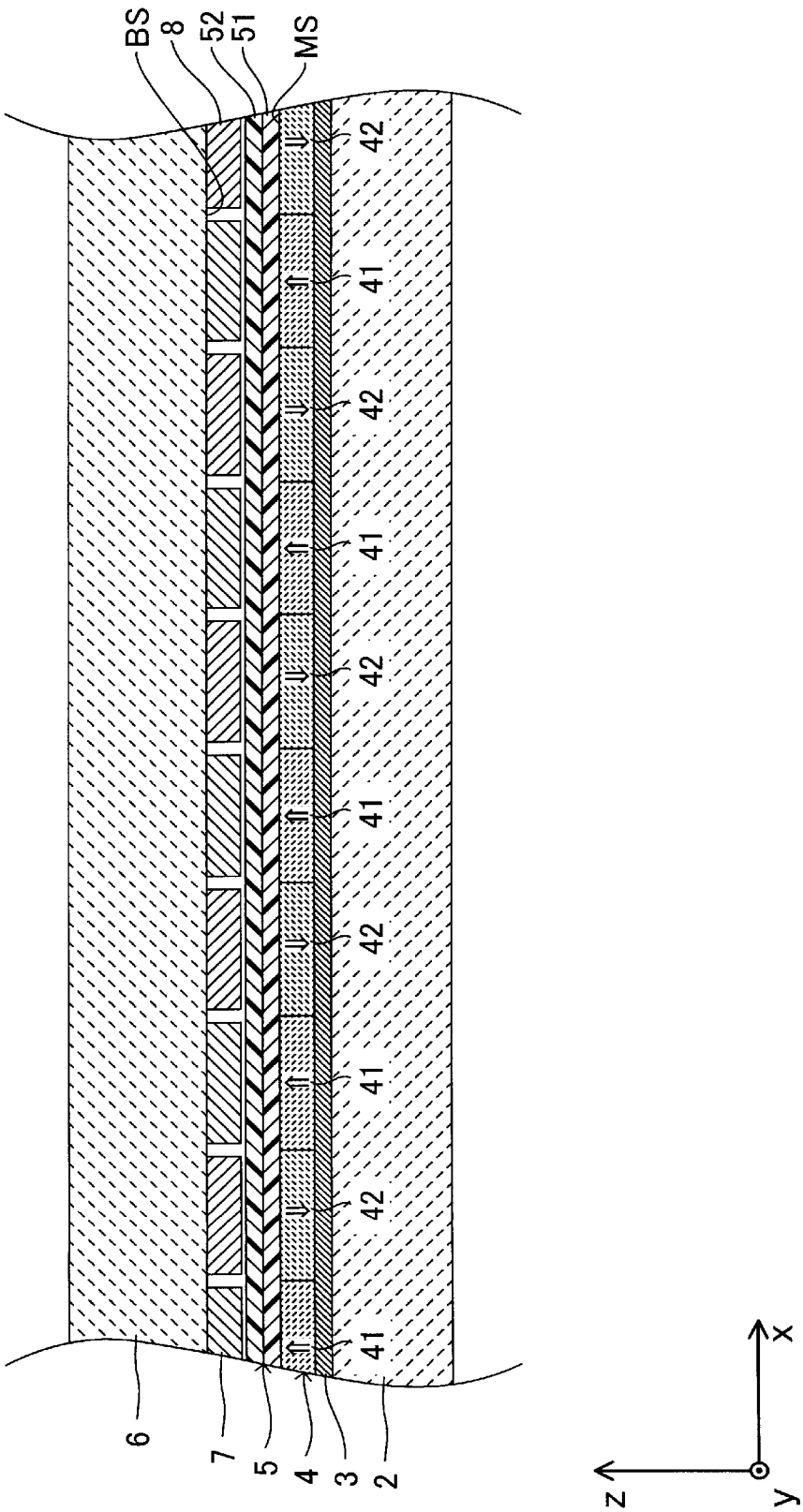
1



[図2]

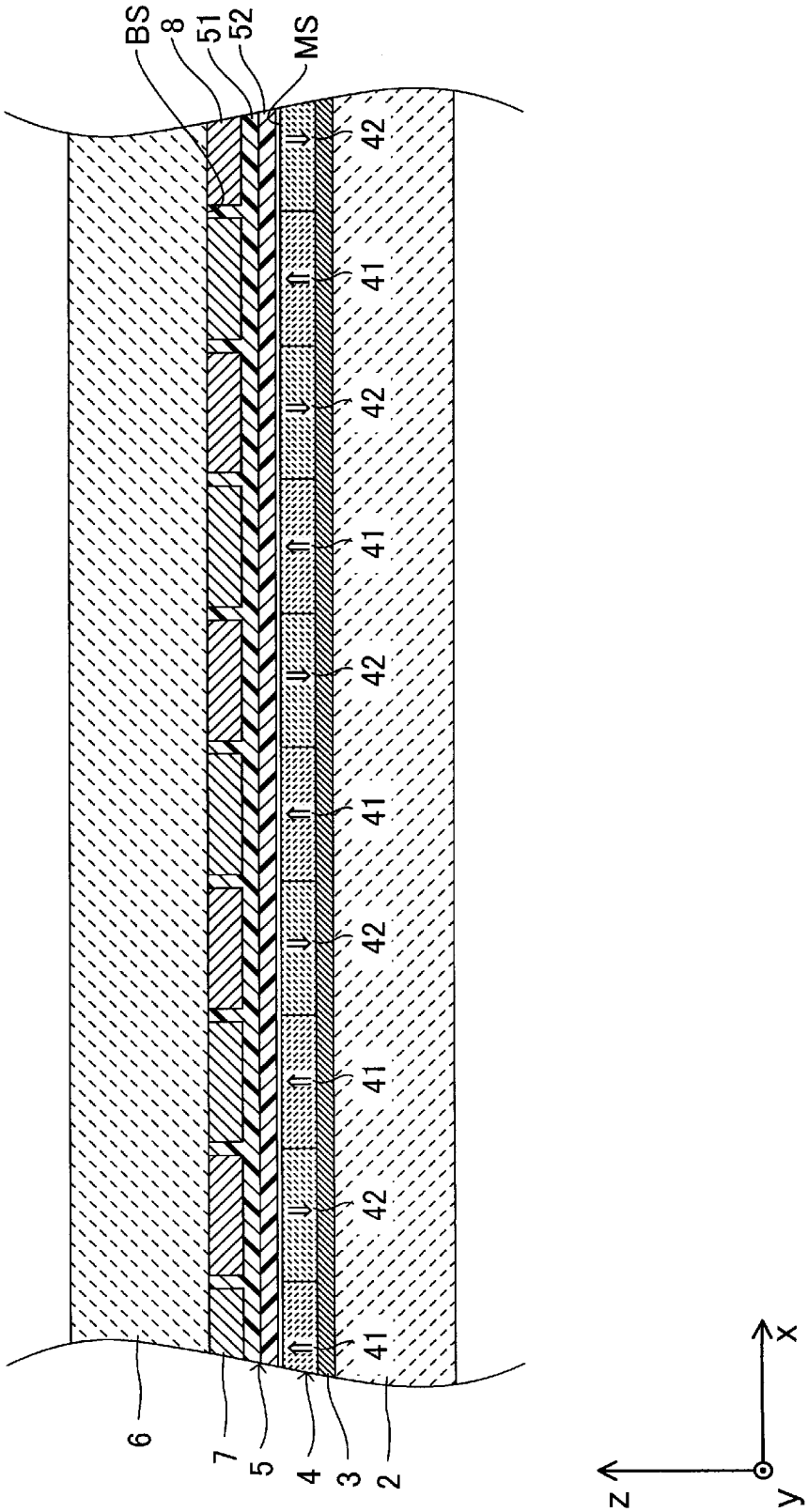


[図3]



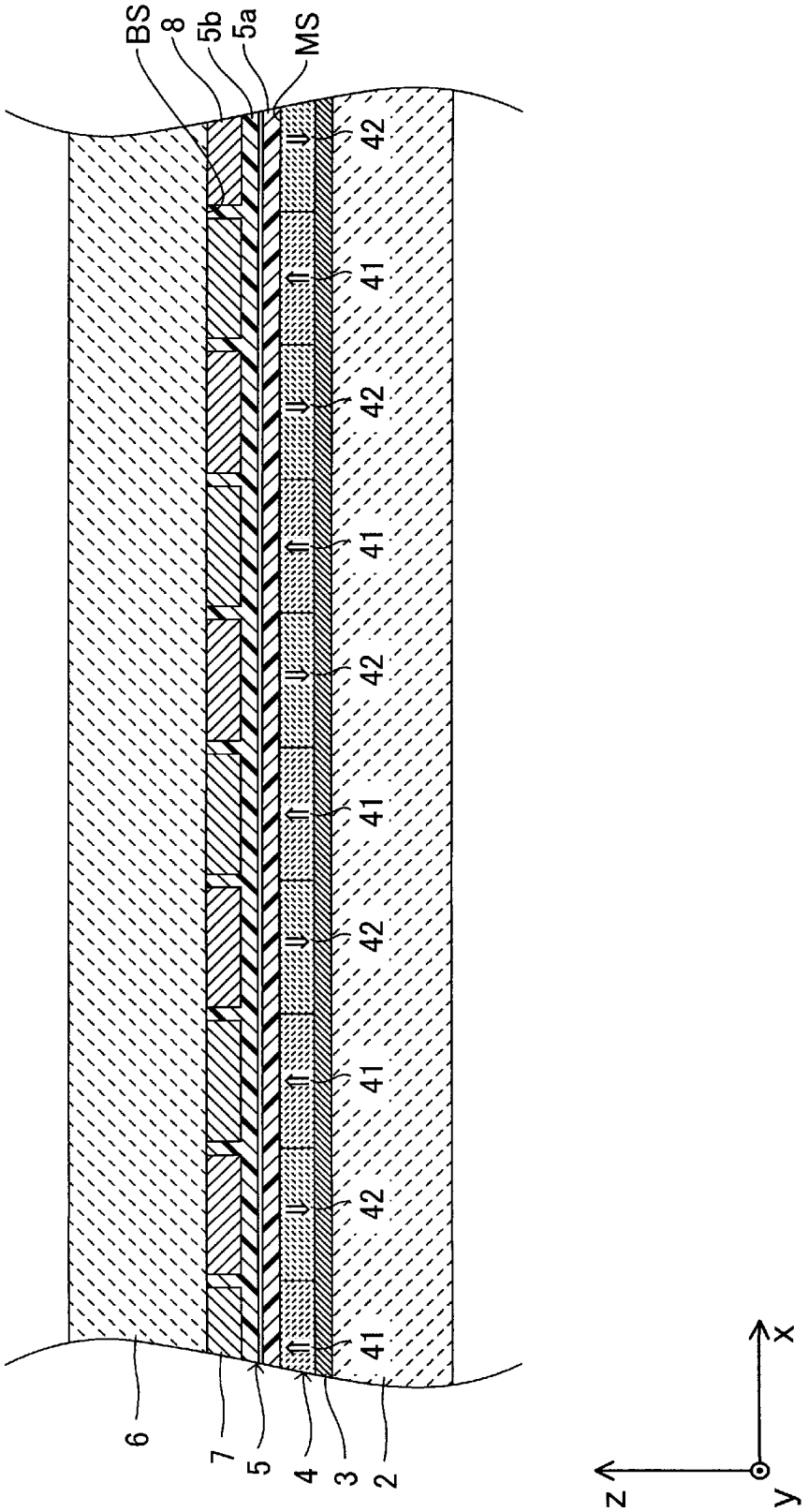
[図4]

1



[図5]

1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/074792

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02N1/08(2006.01)i, *H01G7/02*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02N1/08, H01G7/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-136598 A (Omron Corp.), 17 June 2010 (17.06.2010), entire text & WO 2010/067518 A1	1-11
A	JP 2007-298297 A (Saitama University), 15 November 2007 (15.11.2007), entire text & US 2009/0202083 A1 & EP 2019298 A1 & WO 2007/125985 A1	1-11
A	JP 2009-148124 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 02 July 2009 (02.07.2009), entire text (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 January, 2012 (23.01.12)	31 January, 2012 (31.01.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/074792

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-161040 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 10 July 2008 (10.07.2008), entire text & JP 2008-161036 A & JP 2009-219353 A & US 2008/0122313 A1 & CN 101197548 A	1-11
A	WO 2010/035507 A1 (Panasonic Corp.), 01 April 2010 (01.04.2010), entire text & JP 4663035 B & US 2011/0109195 A1	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７４７９２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02N1/08(2006.01)i, H01G7/02(2006.01)n

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02N1/08, H01G7/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2010-136598 A (オムロン株式会社) 2010.06.17, 全文 & WO 2010/067518 A1	1-11
A	JP 2007-298297 A (国立大学法人埼玉大学) 2007.11.15, 全文 & US 2009/0202083 A1 & EP 2019298 A1 & WO 2007/125985 A1	1-11
A	JP 2009-148124 A (三洋電機株式会社) 2009.07.02, 全文 (ファミリーなし)	1-11

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２３．０１．２０１２	３１．０１．２０１２

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　３３２８
松本　泰典
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2008-161040 A (三洋電機株式会社) 2008.07.10, 全文 & JP 2008-161036 A & JP 2009-219353 A & US 2008/0122313 A1 & CN 101197548 A	1-11
A	WO 2010/035507 A1 (パナソニック株式会社) 2010.04.01, 全文 & JP 4663035 B & US 2011/0109195 A1	1-11